

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-145095

(43)Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
 B62D 5/04
 B62D 5/06
 G01B 21/22
 // B62D101:00
 B62D113:00
 B62D119:00

(21)Application number : 2000-340875

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 08.11.2000

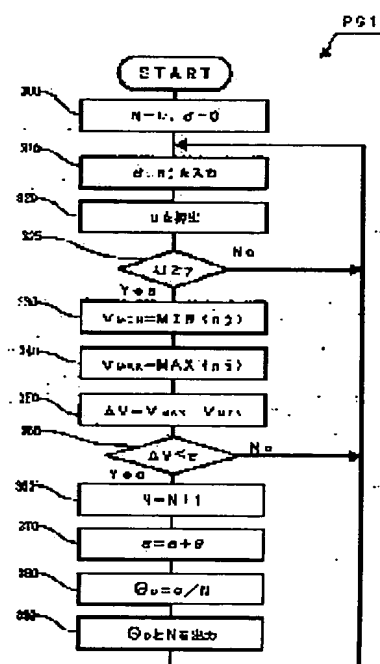
(72)Inventor : SUZUKI HIROSHI

(54) STEERING ANGLE SENSOR AND POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steering angle sensor and a power steering device capable of accurately calculating a neutral position in a short time, easy in manufacture (optimization), and having a wide mounting object range.

SOLUTION: A steering angle θ and wheel speed signals n_j (a rotating speed) of respective wheels are periodically or regularly inputted, and a vehicle speed u calculated in Step 320 is compared with a prescribed vehicle speed γ in Step 325. A minimum value is selected from the wheel speed signals n_j (j is a wheel number) in Step 330, and a maximum value is selected from the wheel speed signals n_j in Step 340. Whether or not a value of a rotating speed deviation $\Delta V (=V_{MAX} - V_{MIN})$ between the wheels is a threshold value ϵ ; or less is judged in Step 355. The threshold value ϵ is a proper positive number, and can be theoretically and easily decided by using vehicle specification items. Or the threshold value ϵ may be set as a variable almost in proportion to the vehicle speed u . The neutral position T_0 can be rationally, easily and accurately calculated in a shorter time than usual by these processing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-145095

(P2002-145095A)

(43) 公開日 平成14年5月22日 (2002.5.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	2 F 0 6 9
5/04		5/04	3 D 0 3 2
5/06		5/06	Z 3 D 0 3 3
G 0 1 B 21/22		G 0 1 B 21/22	
// B 6 2 D 101:00		B 6 2 D 101:00	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-340875(P2000-340875)

(22) 出願日 平成12年11月8日(2000.11.8)

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72) 発明者 鈴木 浩

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(74) 代理人 100087723

弁理士 藤谷 修

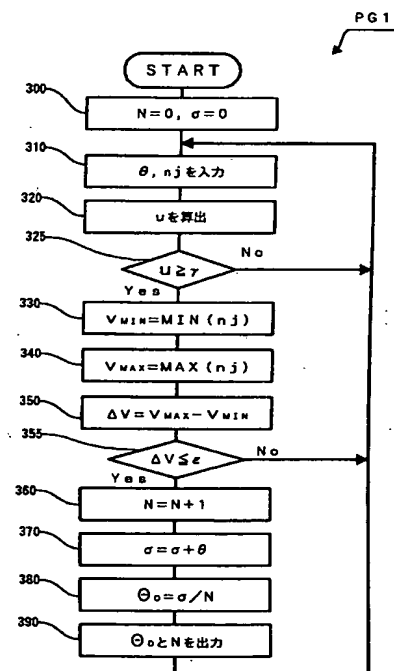
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵角センサ、及びパワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 短時間に精度良く中立位置 θ_0 を算定でき、製造(最適化)が容易で、搭載対象範囲の広い操舵角センサや、パワーステアリング装置を実現する。

【解決手段】 操舵角 θ と各車輪の車輪速信号 n_j (回転速度)を周期的若しくは定期的に入力し、ステップ325では、ステップ320にて算出した車速 u を所定の車両速度 γ と比較する。ステップ330では、車輪速信号 n_j (j は車輪番号)の中から最小値を選択し、ステップ340では、車輪速信号 n_j の中から最大値を選択する。ステップ355では、車輪間の回転速度偏差 ΔV ($=v_{MAX}-v_{MIN}$)の値が閾値 ϵ 以下か否かを判定する。閾値 ϵ は適当な正数であり、車両仕様諸元を用いて理論的かつ容易に決定することができる。或いは、閾値 ϵ は車速 u に略比例する変数としても良い。これらの処理により、中立位置 θ_0 を従来よりも合理的かつ簡単に、短時間で精度良く算出することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 統計的な手段を用いて動的に車両の操舵角 θ の中立位置 θ_0 を算定する操舵角基準点算定手段を有する操舵角センサにおいて、任意に選択された 2 つの車輪又は車軸の回転速度の差分の絶対値である回転速度偏差 ΔV が閾値 ϵ 以下であるか又は閾値 ϵ 未満である時、前記操舵角 θ をサンプリング又は累積する中立操舵角収集手段を有し、前記操舵角基準点算定手段は、前記中立操舵角収集手段により記憶された操舵角 θ のサンプリング・データの集合 $\{\theta\}$ 、操舵角 θ の累積値、又はこれらの関連値に基づいて、前記中立位置 θ_0 を算定することを特徴とする操舵角センサ。

【請求項 2】 前記車両の右側の車輪の回転速度と左側の車輪の回転速度の差分の絶対値を前記回転速度偏差 ΔV の値として算出することを特徴とする請求項 1 に記載の操舵角センサ。

【請求項 3】 略同時に測定された複数の、車輪又は車軸の回転速度の最大値 v_{MAX} と最小値 v_{MIN} の差分 ($v_{MAX} - v_{MIN}$) を前記回転速度偏差 ΔV の値として算出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の操舵角センサ。

【請求項 4】 前記閾値 ϵ は、前記車両の車速 u に略比例することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の操舵角センサ。

【請求項 5】 4 つの車輪の回転速度を略同時に測定し、前輪左側の車輪の回転速度 v_1 と後輪右側の車輪の回転速度 v_4 の差分の絶対値 $|v_1 - v_4|$ と、前輪右側の車輪の回転速度 v_2 と後輪左側の車輪の回転速度 v_3 の差分の絶対値 $|v_2 - v_3|$ とを比較し、この比較された 2 つの絶対値の小さくない方を前記回転速度偏差 ΔV の値として算出することを特徴とする請求項 2、又は請求項 4 に記載の操舵角センサ。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の操舵角センサと、前記車両の操舵機構に対して補助力を付与する付勢機構と、前記補助力の一部であるハンドル戻し力又はハンドル戻しトルクの値を前記操舵角 θ と前記中立位置 θ_0 の差分 $\Theta (= \theta - \theta_0)$ に基づいて算出するハンドル戻し制御手段とを有することを特徴とするパワーステアリング装置。

【請求項 7】 前記付勢機構は、油圧制御装置を有する油圧機構から成ることを特徴とする請求項 6 に記載のパワーステアリング装置。

【請求項 8】 前記付勢機構は、主にモータ及びモータ制御装置より成り、前記モータ制御装置は、前記ハンドル戻し制御手段を有し、

前記ハンドル戻し制御手段は、前記モータが出力すべき

ハンドル戻しトルクの値を算出することを特徴とする請求項 6 に記載のパワーステアリング装置。

【請求項 9】 前記モータの回転角 ϕ を検出する回転角センサを有し、

前記操舵角センサは、前記回転角 ϕ に基づいて、前記操舵角 θ を算出することを特徴とする請求項 8 に記載のパワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は、統計的な手段を用いて動的に車両の操舵角 θ の中立位置 θ_0 を算定する操舵角基準点算定手段を有する操舵角センサと、この様な操舵角センサを有するパワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 統計的な手段を用いて動的に車両の操舵角 θ の中立位置 θ_0 を算定する操舵角基準点算定手段を有する操舵角センサ、又はパワーステアリング装置としては、例えば、公開特許公報「特開昭 61-17012：操舵角検出装置」に記載されているもの（以下、「従来技術 1」と言う。）や、或いは、公開特許公報「特開平 7-132845：学習機能付き電動パワーステアリング」に記載されているもの（以下、「従来技術 2」と言う。）等が一般に知られている。

【0003】 上記の従来技術 1 は、車両の操舵角 θ を多数サンプリングし、検出頻度が最大の角度を中立位置 θ_0 と判定するものである。また、上記の従来技術 2 は、上記の公開特許公報に記載されている様に、「トルクセンサからの操舵力、舵角センサからの舵角に基づき、車両が直進していると判定される条件において、舵角センサからの出力値を一定時間平均し、この平均値を舵角センサの中立出力値とするので、舵角センサの中立出力値の誤差が減少する。」と言う「作用」を利用したものである。

【0004】 また、上記の従来技術 2 においては、車両の直進状態等の判定条件として、以下の各条件の組み合わせ（積集合）を使用している。

(1) 車両の直進状態を確認し、サンプリングを実行するための条件

- (a) 車速条件
- (b) トルク条件
- (c) 舵角条件
- (d) 加速度条件

(2) 学習処理を一旦完結させるための条件

- (e) 舵角変動幅条件
- (f) 時間達成条件
- (g) 舵角サンプリング条件
- (h) 舵角平均値条件

【0005】

50 【発明が解決しようとする課題】 上記の従来技術 1 で

は、操舵角 θ の検出頻度に基づいて中立位置 θ_0 を算定しているが、サンプリング条件としては車両直進条件について何ら制約が無いため、車両が走行する経路の形状によっては、検出頻度が最大となる操舵角 θ と、本来求めるべき中立位置 θ_0 とが正確に一致すると言った保証はない。このため、この従来技術 1 では、中立位置 θ_0 を正確に求められない場合がある。また、例えば、操舵角に対する検出頻度のグラフが左右非対称であったり、最大又は極大を示すグラフの山が複数存在した場合等には、上記の従来技術 1 では、中立位置 θ_0 を正確に求めることは困難である。

【0006】この様な事情（不都合）は、上記の「検出頻度が最大となる操舵角 θ 」の代わりに「検出した操舵角 θ の平均値」を中立位置 θ_0 として算出した場合にも同じで、中立位置 θ_0 を正確に求めることは困難である。また、上記の従来技術 1 では、操舵角 θ の検出頻度に基づいて中立位置 θ_0 を算定しているため、比較的多くの操舵角 θ のサンプルデータを収集しなければ、中立位置 θ_0 を決定することができない。このため、この従来技術 1 では、中立位置 θ_0 の算定時間が比較的長くなってしまふ。

【0007】一方、上記の従来技術 2 においては、トルクセンサからの操舵力に基づいて、車両の直進条件を判定しているため、車両直進条件については正確に規定することが可能である。しかしながら、この従来技術 2 は、上記の「作用」を利用したものであるため、トルクセンサを備えていない操舵機構に対しては適用することができないと言う大きな欠点がある。即ち、トルクセンサを備えていない従来の油圧式のパワーステアリング装置等では、上記の従来技術 2 を適用することができないため、従来技術 2 を用いていたのでは、搭載対象範囲（車種）の広い装置を得ることができない。

【0008】また、上記の従来技術 2 においては、車両の直進状態を判定するための条件が非常に多いため、これらの条件を設定する際の、各物理量の閾値の設定や、これらの境界条件の最適化若しくは最適化が容易ではなく、このため、以下の問題が発生する場合がある。

(1) 車両の直進状態を判定するための条件設定と閾値の最適化に比較的長い時間と労力が必要とされる場合が多く、また、これらの最適値は、搭載車種毎に異なる場合もある。したがって、この従来技術 2 は、必ずしも実用性が高い方式とは言えない。

(2) 車両の直進状態を判定するための条件が多いため、プログラムの処理方式やプログラム構成等が複雑となり、処理ステップ数も増大し、量産される製品として開発／製造／保守する上で、生産性や保守性や拡張性の高い装置を得ることができない。

【0009】(3) 車両の直進状態を判定するための条件等が比較的多いため、ある物理条件の条件範囲（閾値）を最適のものよりも若干でも狭くしてしまうと、走

行中に中立位置 θ_0 を算定するために必要とされる時間が予想以上に長くなってしまふことがある。また、この様な場合、車両のエンジンを稼働させた直後の発進時以降等の発進初期段階において、比較的長い期間に渡って、操舵角 $\Theta (= \theta - \theta_0)$ が不定となってしまうため、ハンドル戻しトルクを得ることができない等の不都合が発生する恐れがある。

【0010】(4) また、上記(3)の様な中立位置 θ_0 を算定するまでの期間の長期化をもたらす原因となった物理条件（閾値）を特定したり、この物理条件の適正範囲を最適化したりすることは、必ずしも容易ではなく、また逆に、直進状態の判定条件を部分的或いは全体的に甘くしてしまうと、その設定によっては、中立位置 θ_0 の算定時間は短縮可能となるものの、同時に中立位置 θ_0 の精度が予想以上に低くなってしまふ恐れが生じる。

【0011】本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、短時間に精度良く中立位置 θ_0 を算定することができ、直進状態を判定するための条件範囲（閾値）の最適化が容易で、かつ、操舵トルクを計測するトルクセンサを備えていない車両にも搭載可能な搭載対象範囲の広い操舵角センサ、及び、パワーステアリング装置を実現することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。即ち、第 1 の手段は、統計的な手段を用いて動的に車両の操舵角 θ の中立位置 θ_0 を算定する操舵角基準点算定手段を有する操舵角センサにおいて、任意に選択された 2 つの車輪又は車軸の回転速度の差分の絶対値である回転速度偏差 ΔV が閾値 ε 以下であるか又は閾値 ε 未満である時、操舵角 θ をサンプリング又は累積する中立操舵角収集手段を設け、上記の操舵角基準点算定手段において、中立操舵角収集手段により記憶された操舵角 θ のサンプリング・データの集合 $\{\theta\}$ 、操舵角 θ の累積値、又はこれらの関連値に基づいて、上記の中立位置 θ_0 を算定することである。

【0013】ただし、上記の「選択」は、静的（スタティック）に行うものであっても、動的（ダイナミック）に行うものであっても良い。

【0014】また、第 2 の手段は、上記の第 1 の手段において、車両の右側の車輪の回転速度と左側の車輪の回転速度の差分の絶対値を回転速度偏差 ΔV の値として算出することである。ただし、ここで言う「車両の右側の車輪」は、前方右側の車輪であっても、後方右側の車輪であっても良い。「左側の車輪」についても同様である。また、これらの左右輪の組み合わせについては、第 1 の手段に従って任意である。

【0015】また、第 3 の手段は、上記の第 1 又は第 2 の手段において、略同時に測定された複数の車輪又は車軸の回転速度の最大値 v_{MAX} と最小値 v_{MIN} の差分 (v

$v_{MAX} - v_{MIN}$) を回転速度偏差 ΔV の値として算出することである。

【0016】また、第4の手段は、上記の第1乃至第3の何れか1つの手段において、閾値 ε を車両の車速 u に略比例させることである。

【0017】ただし、この演算操作は、上記の「 $\Delta V \leq \varepsilon$ 」成る関係をより合理的に判定するための手段であって、例えば、車速 u を用いて閾値 ε を「 $\varepsilon = \alpha u$ (α は正の定数)」と表した場合に、「 $\Delta V \leq \varepsilon = \alpha u$ 」成る関係を判定する代りに、「 $\Delta V / u \leq \alpha$ 」成る関係を判定しても良い。或いは、同様に、「 $\Delta V / u^x \leq \alpha u^y$ ($x + y = 1$)」成る関係を判定しても良い。

【0018】また、第5の手段は、上記の第2又は第4の手段において、4つの車輪の回転速度を略同時に測定し、前輪左側の車輪の回転速度 v_1 と後輪右側の車輪の回転速度 v_4 の差分の絶対値 $|v_1 - v_4|$ と、前輪右側の車輪の回転速度 v_2 と後輪左側の車輪の回転速度 v_3 の差分の絶対値 $|v_2 - v_3|$ とを比較し、この比較された2つの絶対値の小さくない方を回転速度偏差 ΔV の値として算出することである。

【0019】また、第6の手段は、パワーステアリング装置において、上記の第1乃至第5の何れか1つの手段を用いた操舵角センサと、車両の操舵機構に対して補助力を付与する付勢機構と、この補助力の一部であるハンドル戻し力又はハンドル戻しトルクの値を操舵角 θ と中立位置 θ_0 の差分 $\Theta (= \theta - \theta_0)$ に基づいて算出するハンドル戻し制御手段とを備えることである。

【0020】また、第7の手段は、上記の第6の手段において、上記の付勢機構を、油圧制御装置を有する油圧機構から構成することである。

【0021】ただし、この油圧機構における加圧手段としては、公知或いは一般の任意の適当な手段を用いることができる。例えば、車速 u に応じて単位時間当たりの油の供給量(吐出流量)が調整される油圧ポンプを有するものでも良く、またこの調整にモータ制御装置やモータ駆動制御回路等を使用した電動ポンプを用いても良い。

【0022】また、第8の手段は、上記の第6の手段において、上記の付勢機構を主にモータ及びモータ制御装置から構成し、このモータ制御装置に上記のハンドル戻し制御手段を備え、このハンドル戻し制御手段において、モータが出力すべきハンドル戻しトルクの値を算出することである。

【0023】更に、第9の手段は、上記の第8の手段において、モータの回転角 ϕ を検出する回転角センサを設け、上記の操舵角センサにおいてこの回転角 ϕ に基づいて上記の操舵角 θ を算出することである。

【0024】例えば、このような回転角センサとしては、パルス・エンコーダやレゾルバ等の他にも、ホール素子や光電素子等の各種センサを用いた回転角センサを始め

とする、公知或いは一般の任意の適当な手段を用いることができる。これらの回転角センサとしては、例えば、ブラシレスDCモータ等をモータ制御装置にて制御する際に用いられるものを流用することもできる。以上の手段により、前記の課題を解決することができる。

【0025】

【作用及び発明の効果】図1は、前後計4つの車輪にそれぞれ車輪速センサを有する一般車両の舵角(操舵角 Θ)に対する各車輪の回転速度を例示するグラフである。この様な関係は一般にも知られており、車両が右又は左に旋回する際には、通常、4つの各車輪の回転速度は、前輪外側輪、後輪外側輪、前輪内側輪、後輪内側輪の順に高い回転速度を持つ。また、これらの各車輪間の回転速度の格差は、舵角が大きくなり、車両が急旋回する時程大きくなる。また、その逆に、平らな道をスリップすることなく車両が安定に直進している時は、各車輪間の回転速度の格差や舵角は殆ど0である。

【0026】図1に示されるこれらの関係から判る様に、走行中の車両の各車輪間の回転速度の格差が十分に小さい時、車両は直進状態に有り、舵角は殆ど0であると判定することができる。また、本図1より、前輪の左右2輪のみの回転速度の格差だけに、或いは、後輪の左右2輪のみの回転速度の格差だけに注目した場合においても同様に、各車輪間の回転速度の格差が十分に小さい時「車両は直進状態に有り、舵角は殆ど0である」と判定することができることが判る。

【0027】一般に、上記の様に舵角の増大に伴って各車輪間の回転速度の格差が生じる傾向は、任意の車輪又は車軸間において確認することができ、また、この様な関係は4WDや2WD等の駆動方式にも依存することなく成立する。したがって、各車輪間の回転速度の格差(回転速度偏差 ΔV の値)が、適当に選択された所定の値 ε 以下となる際に、車両が直進しており、舵角は殆ど0であると判定し、この時に舵角センサの出力値(操舵角 θ)をサンプリングし、このサンプリングデータに基づいて、平均等の統計操作を行えば、簡単かつ正確に操舵角の中立点(中立位置 θ_0)を求めることができる。

【0028】また、図1からも判る様に、車輪速センサの台数に係わらず、略同時に測定された複数の車輪の回転速度の最大値 v_{MAX} と最小値 v_{MIN} の差分($v_{MAX} - v_{MIN}$)を上記の回転速度偏差 ΔV の値とすることにより、その車両のハードウェア構成(車輪速センサの台数)において、最も高い精度で直進状態を判別することができる。

【0029】また、急発進時や急制動時等の車両の加速度の絶対値が比較的大きい場合には、一部又は全部の車輪が路面とスリップしている場合が確認され易い。例えばこの様に、スリップが発生している場合には、実舵角等の状態も含め車両の走行状態は一般に不安定であるので、精度良く中立位置 θ_0 を算出するためには、上記

のサンプリングは抑止しておくことが望ましい。

【0030】この点に鑑み、本発明の手段によれば、上記の様に差分 ($v_{MAX} - v_{MIN}$) を回転速度偏差 ΔV の値とし、この値 ΔV が適当な閾値 ϵ 以下の場合にだけ操舵角 θ のサンプリングが実行される。したがって、本発明の手段によれば、スリップが発生している時等の走行状態が不安定な場合には、自動的にサンプリングは抑止される。

【0031】また、図1からも判る様に、車輪速センサが各車輪に1つずつ合計4台備えられている車両においては、前輪左側の車輪の回転速度 v_1 と後輪右側の車輪の回転速度 v_4 の差分の絶対値 $|v_1 - v_4|$ と、前輪右側の車輪の回転速度 v_2 と後輪左側の車輪の回転速度 v_3 の差分の絶対値 $|v_2 - v_3|$ とを比較し、この比較された2つの絶対値の小さい方を上記の回転速度偏差 ΔV の値とすることにより、少ない演算量で、高い精度の判別を行うことができる。

【0032】また、閾値 ϵ は、車速 u に略比例する変数としても良い。例えば、半径が大きな円周上等の曲率が緩やかで一定した経路を実舵角 (操舵角 θ) を固定して走行する場合でも、車速 u の大きさにより、回転速度偏差 ΔV の値は異なる。即ち、この様な場合には、回転速度偏差 ΔV の値は車速 u に略比例する。

【0033】従って、閾値 ϵ を車速 u に略比例する変数とすれば、操舵角 θ に対する適正なサンプリング幅 (サンプリング対象領域) を高速領域においても中速領域と略同程度に確保することができる。このため、この様な設定によれば、サンプリング条件 (直進状態検出条件) が、車速 u によって厳しくなったり、甘くなったりすることなく、略一定の適正なサンプリング幅を確保することができ、これにより、中立位置 θ_0 の測定精度と測定時間をともに安定させ、比較的短時間に精度良く中立位置 θ_0 を決定することが可能となる。

【0034】また、本発明の手段によれば、操舵トルク τ を用いなくとも、中立位置 θ_0 を求めることができるため、この様な操舵角基準点算定手段は、トルクセンサを備えていない、例えば従来の油圧式のパワーステアリング装置等にも適用することができる。したがって、本発明によれば、適用範囲の幅広い操舵角センサを実現することが可能である。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。図2は、本実施例の操舵角センサ120を備えた電動パワーステアリング装置80の模式的なハードウェア構成図である。

【0036】本実施例の操舵角センサ120は、受光素子、フォトインタラプタ等を有して成るパルスエンコーダ30と、その検出信号を整形し、その整形波形 (舵角信号 S) を出力する波形整形器32と、CPU (中央演

算処理装置) 110、ROM111、RAM112、入力インターフェイス114等を有して成るコンピュータと、各車輪の車輪速信号 n_j (j は車輪番号: $j=1$ (前方左輪), 2 (前方右輪), 3 (後方左輪), 4 (後方右輪)) を出力する各車輪速センサ50a, 50b, 50c, 50d等を備えている。このコンピュータは、所定のプログラムに従い、例えば、整形された舵角信号 S に基づいて、ステアリングシャフト10の操舵角 θ (中立点決定前の値) を算出する。

10 【0037】尚、一般には、車輪速センサの台数は、本実施例の様に各車輪毎に1台ずつ合計4台設置することが望ましいが、前輪のみに合計2台 (50a, 50b: $j=1, 2$)、或いは後輪のみに合計2台 (50c, 50d: $j=3, 4$) だけ備える様にしても良い。

【0038】ステアリングシャフト10の一端には、ステアリングホイール11が取り付けられ、他端にはギヤボックス12に軸承されたピニオン軸13が結合されている。ピニオン軸13は、ギヤボックス12に嵌装されたラック軸14に歯合され、このラック軸14の両端は図示していないが、ボールジョイント等を介して操向車輪に連結されている。また、ステアリングシャフト10には、アシストトルクを発生する直流モータMが、歯車17 (減速器) を介して連結されている。その直流モータMには、電源回路113より電流検出器115を介して所望の電力が給電される。この給電時の直流モータMの負荷電流 I_a が電流検出器115により検出され、CPU110に入力される。

30 【0039】更に、ステアリングシャフト10には、運転者からステアリングホイール11に加えられたマニュアル操舵力の大きさ及びその方向 (操舵トルク τ) を検出するためのトルク検出器15が設けられている。

40 【0040】モータ制御装置100は、CPU110、ROM111、RAM112、電源回路113、入力インターフェイス (IF) 114、電流検出器115等から構成されている。電源回路113は、図略のバッテリー、PWM変換器、PMOS駆動回路等から構成され、チョップ制御によりモータMに電力を供給する。モータ制御装置100は、操舵トルク τ 、操舵角速度 ($d\theta/dt$)、操舵角 θ 、車速 u 等に基づいて、モータMに対する電流指令値 I_n を決定する。

【0041】特に、操舵角 θ は、例えば図3からも分かる様に、ハンドル戻しトルクの値を算出する根拠として有効なデータであり、この操舵角 θ 及びこの操舵角の中立位置 θ_0 を正確に求めることは、所望の有効なハンドル戻しトルクの値を算出するために重要である。

50 【0042】図3は、上記の電動パワーステアリング装置80における、本実施例の操舵角センサ120の中立位置学習部121 (操舵角基準点算定手段) の位置付けを例示する、ハンドル戻しトルク演算部240及びその周辺の論理構成図である。本図3における、中立点 (中

立位置 θ_0) 決定後の操舵角 θ は、操舵角 θ (中立点決定前の値) に基づいて、次式 (1), (2) により算出*

*される。

【数 1】

$$\theta = \theta - \theta_0$$

… (1)

【数 2】

$$\theta = \theta_0 + f(S, S_0)$$

… (2)

【0043】ただし、ここで、 θ_0 は前回の制御周期で算定された操舵角 θ (中立点決定前) の値であり、関数 f は今回の制御周期で検出された舵角信号 S と、前回の制御周期で検出された舵角信号 S_0 に基づいて、その間の操舵角 θ の変化量 $\delta\theta$ を算出する関数である。また、システム起動時の θ_0 の初期値は任意で良く、通常は0が設定される。

【0044】以下、中立位置学習部121において、中立位置 θ_0 を算出する手順について説明する。図4に、上記の式 (1) の操舵角 θ を出力する操舵角センサ120の一部 (操舵角基準点算定手段) である「中立位置学習部121」を実現するプログラムPG1の処理手順を例示する。

※

$$u = c(n_3 + n_4) / 2$$

… (3)

ただし、ここで、 c は車輪の回転速度の値を車速 u (車両の時速) に換算するための比例定数で、 n_3 は後方左側の車輪の回転速度、 n_4 は後方右側の車輪の回転速度である。特に、FF車等の前輪駆動車の場合等では、駆動輪 (前輪) が過剰なトラクション等によりスリップしている場合があるため、例えば、この様に後輪 (従動輪) 側の各車輪の平均回転速度に基づいて車速 u を算出すると良い。

★

$$u \geq \gamma$$

… (4)

ただし、ここで下限値 γ は例えば、10km/h~40km/h程度の適当な車両時速に相当する定数で良い。或いは、この下限値 γ は例えば、各車輪の車輪速信号 n_j ($j=1, 2, 3, 4$) の精度を一定以上に確保することができる条件範囲を示す下限値であっても良い。

【0049】ステップ330では、周知のMIN関数により、車輪速信号 n_j ($j=1, 2, 3, 4$) の中から最小値を選択し、変数 v_{MIN} に格納する。ステップ34☆

$$\Delta V \leq \epsilon$$

… (5)

【0051】ただし、ここで閾値 ϵ は適当な正数であり、この ϵ の好適値或いは最適値は、例えば搭載車両のホイールベース、前後輪の各ホイールトレッド、標準タイヤ半径、アッカーマン実舵角と車両重心旋回半径との関係、オーバオールステアリング比、車輪速センサの測定精度等の車両仕様諸元を用いて理論的かつ容易に決定することができる。或いは、 ϵ の好適値、或いは最適値は、実験等により経験的に決定しても良い。

◆

$$\theta_0 = \sigma / N$$

… (6)

ステップ390では、中立位置 θ_0 とサンプル数 N を応用プログラム (例えば、図3のハンドル戻しトルク演算部240等) が参照可能な記憶領域に出力する。

【0053】例えば、以上の様な処理手順により、中立

※【0045】本プログラムPG1では、まず最初に、ステップ300により、車両直進時にサンプリングされる操舵角 θ のサンプル数 N とそのサンプル (操舵角 θ) の累積値 σ の値をそれぞれ0に初期化する。ステップ310では、式 (2) により算出された操舵角 θ と各車輪の車輪速信号 n_j を入力する。本実施例では、この車輪速信号 n_j は、各車輪の回転速度に略比例又は一致するものとする。

【0046】ステップ320では、例えば次式 (3) 等に従って、車速 u (或いは、車速に略比例する車速パラメータ u) を算出する。

【数 3】

20 ★【0047】ステップ325では、上記の車速 u を所定の車両速度 γ と比較する。即ち、本ステップ325では次式 (4) が成り立つか否かを判定し、次式 (4) が成り立てばステップ330へ、そうでなければステップ310へ処理を移す。

【0048】

【数 4】

☆0では、周知のMAX関数により、車輪速信号 n_j ($j=1, 2, 3, 4$) の中から最大値を選択し、変数 v_{MAX} に格納する。ステップ350では、回転速度偏差 $\Delta V (=v_{MAX} - v_{MIN})$ の値を算出する。

【0050】ステップ355では、次式 (5) が成り立つか否かを判定し、次式 (5) が成り立てばステップ360へ、そうでなければステップ310へ処理を移す。

【数 5】

◆【0052】ステップ360では、操舵角 θ のサンプル数 N を1加算する。ステップ370では、現在までにサンプリングされた直進時の操舵角 θ の累積値 σ に、現在の操舵角 θ を加算することにより、累積値 σ を更新する。ステップ380では、次式 (6) に示す平均処理により、中立位置 θ_0 の値を更新する。

【数 6】

位置 θ_0 を従来よりも合理的かつ簡単に、短時間で精度良く算出することが可能となる。また、上記の操舵角センサ120の中立位置学習部121 (操舵角基準点算定手段) の処理手順によれば、操舵トルク τ を用いなくと

も、中立位置 θ_0 を求めることができるため、この様な操舵角基準点算定手段は、トルクセンサを備えていない、例えば従来の油圧式のパワーステアリング装置等にも適用することができる。

【0054】応用プログラムが参照可能な記憶領域に出力されたサンプル数 N は、算出された中立位置 θ_0 の信頼度(精度)を示すパラメータとして、中立点決定後の操舵角 θ ($=\theta-\theta_0$)を利用(参照)する任意の応用プログラムにとって有効な数値となる。

【0055】例えば、図3のハンドル戻しトルク演算部240に例示される様なハンドル戻しトルク演算機能を具現するサブルーチンを、事前に用意されている複数のサブルーチンの中から、このサンプル数 N の大小に応じて適当に選択する様にしても良い。この様な手法としては、例えば、サンプル数 N の値が所定の閾値 $N0$ よりも小さい場合には、図3のハンドル戻しトルク演算部240を呼び出して実行する代わりに、操舵速度に応じて決定されるハンドル戻しトルクを算出する他のハンドル戻しトルク演算部240'を選択する様にする方法等が考えられる。

【0056】ただし、中立位置 θ_0 の信頼度(精度)に応じて選択的に処理されるこの様な制御が実行(或いは、採用)されない場合等には、中立位置学習部121(操舵角基準点算定手段)より、必ずしもサンプル数 N を出力する必要は無い。

【0057】また、中立位置 θ_0 の値が、特定の値に収束したり、サンプル数 N が所定の閾値 $N1$ ($\geq N0$)に達した場合等には、その時点で中立位置 θ_0 の値を固定して、それ以降はプログラムPG1を次のシステム起動時まで実行しない様にしても良い。これにより、システムのオーバーヘッドを削減することができる。

【0058】また、閾値 ϵ は、車速 u に略比例する変数としても良い。半径が大きな円周上等の曲率が緩やかで*

$$\Delta V = |v1 - v2|$$

【数8】

$$\Delta V = |v3 - v4|$$

【0063】或いは、前輪車軸及び後輪車軸にそれぞれ車軸の回転速度を検出する回転速度センサが設けられている場合には、各車軸間の回転速度の差分の絶対値を本発明における回転速度偏差 ΔV の値とする方法も考えられる。また、前輪の平均回転速度 $(n1+n2)/2$ と、後輪の平均回転速度 $(n3+n4)/2$ の差分の絶対値に基づいて、走行中の車両の直進状態を判定しても良い。

【0064】また、上記の実施例では、式(2)により※

$$\theta = \phi / G$$

【0065】例えば、この様な回転角センサとしては、パルス・エンコーダやレゾルバ等の他にも、ホール素子や光電素子等の各種センサを用いた回転角センサを始めとする、公知或いは一般の任意の適当な手段を用いるこ

*一定した経路を実舵角(操舵角 θ)を小さな値に固定して走行する場合でも、車速 u の大きさにより、回転速度偏差 ΔV の値は異なる。即ち、この様な場合には、回転速度偏差 ΔV の値は車速 u に略比例する。

【0059】従って、閾値 ϵ を車速 u に略比例する変数とすれば、操舵角 θ に対する適正なサンプリング幅(サンプリング対象領域)を高速領域においても、中速領域と略同程度に確保することができる。このため、この様な設定によれば、サンプリング条件(直進状態検出条件)が、車速 u によって厳しくなったり、甘くなったりすることがなく、略一定の適正なサンプリング幅を確保することができる。したがって、閾値 ϵ を車速 u に略比例する変数とすれば、これにより、中立位置 θ_0 の測定精度と測定時間をともに安定させ、更に短時間に精度良く中立位置 θ_0 を決定することが可能となる。

【0060】また、上記の実施例では、車輪速センサが4台ある構成を例示したが、図4に示す処理手順に従えば、車輪速センサが2台のシステム構成の場合においても、上記と同様に中立位置学習部121(操舵角基準点算定手段)を実現することができる。

【0061】また、車輪速センサが各車輪に1つずつ合計4台備えられている車両においては、前輪左側の車輪の回転速度 $v1$ と後輪右側の車輪の回転速度 $v4$ の差分の絶対値 $|v1-v4|$ と、前輪右側の車輪の回転速度 $v2$ と後輪左側の車輪の回転速度 $v3$ の差分の絶対値 $|v2-v3|$ とを比較し、この比較された2つの絶対値の小さくない方を上記の回転速度偏差 ΔV の値とすることにより、少ない演算量で、高い精度の判別を行うことができる。

【0062】また、車輪速センサが4台有る場合でも、次式(7)又は(8)に従って、回転速度偏差 ΔV を算出しても良い。

【数7】

$$\dots (7)$$

$$\dots (8)$$

※操舵角 θ の値を求めたが、モータの回転角 ϕ を検出する回転角センサがある場合には、式(2)の代わりに次式(9)により、操舵角 θ の値を求める様にしても良い。ただし、ここで、 ϕ は1回転を越える任意の回転量を示す物理的な回転角であり、ハンドルを右回転させる向きを正の向き(正の回転方向)とする。また、 G はモータとステアリング・シャフトをつなぐ減速器の減速比である。

【数9】

$$\dots (9)$$

とができる。これらの回転角センサとしては、例えば、ブラシレスDCモータ等をモータ制御装置にて制御する際に用いられるもの等を流用することもできる。この様な構成によれば、ステアリング・シャフトに直接操舵角

13

センサの検出部（例えば、フェーズ・センサ等）を備えていない操舵機構を有する車両においても、本発明の操舵角センサを有して成る本発明のパワーステアリング装置を構成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】舵角（操舵角 θ ）に対する各車輪の回転速度を例示するグラフ。

【図2】本発明の実施例に係わる電動パワーステアリング装置80の模式的なハードウェア構成図。

【図3】電動パワーステアリング装置80における、操舵角センサ120の操舵角基準点算定手段（中立位置学習部121）の位置付けを例示する論理構成図。

【図4】操舵角センサ120の操舵角基準点算定手段を実現するプログラムPG1の処理手順を例示するフローチャート。

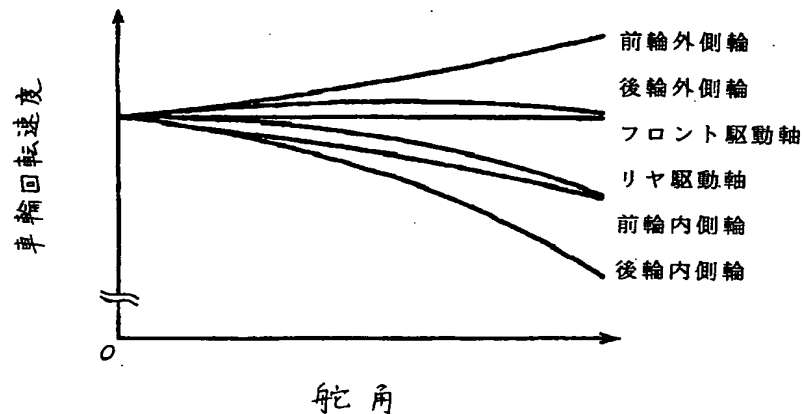
【符号の説明】

80 … 電動パワーステアリング装置
10 … ステアリング・シャフト

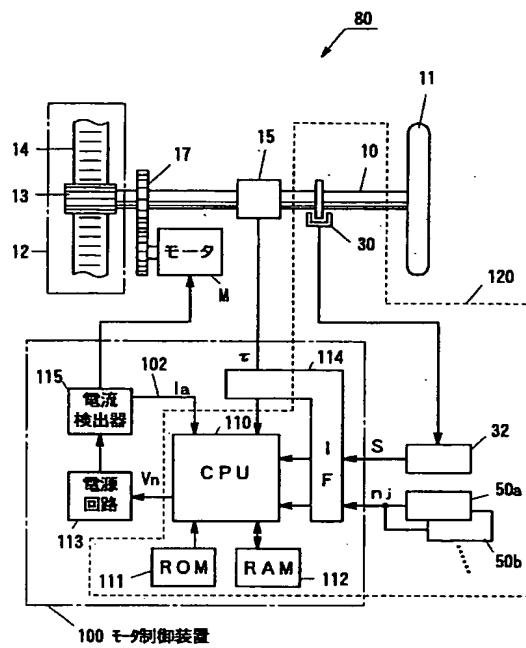
14

11 … ステアリング・ホイール
12 … ギヤ・ボックス
17 … 減速器（ギヤ）
100 … モータ制御装置
110 … CPU
120 … 操舵角センサ
121 … 中立位置学習部（操舵角基準点算定手段）
30 … パルスエンコーダ
32 … 波形整形器
50a, 50b … 車輪速センサ
nj … 車輪速信号
S … 舵角信号
 θ … 操舵角（中立点決定前）
 θ_0 … 中立位置
 Θ … 操舵角（ $\Theta = \theta - \theta_0$ ：中立点決定後）
N … サンプル数

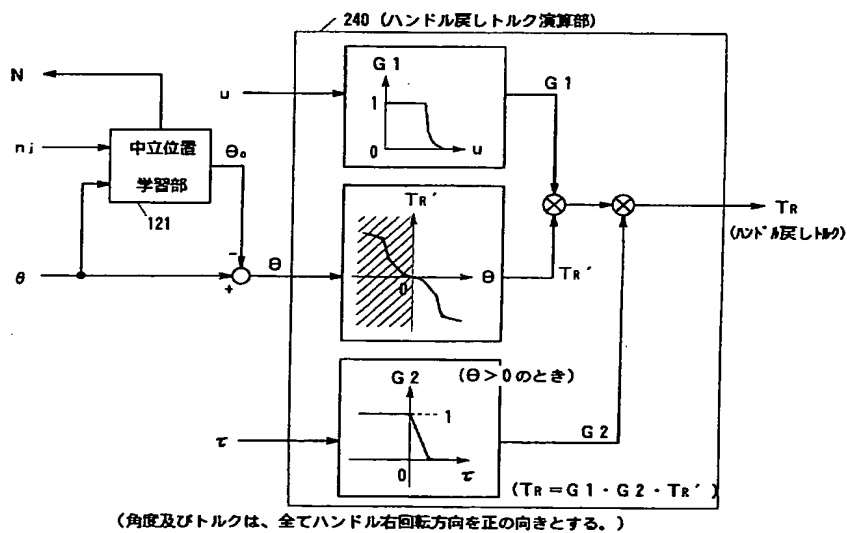
【図1】



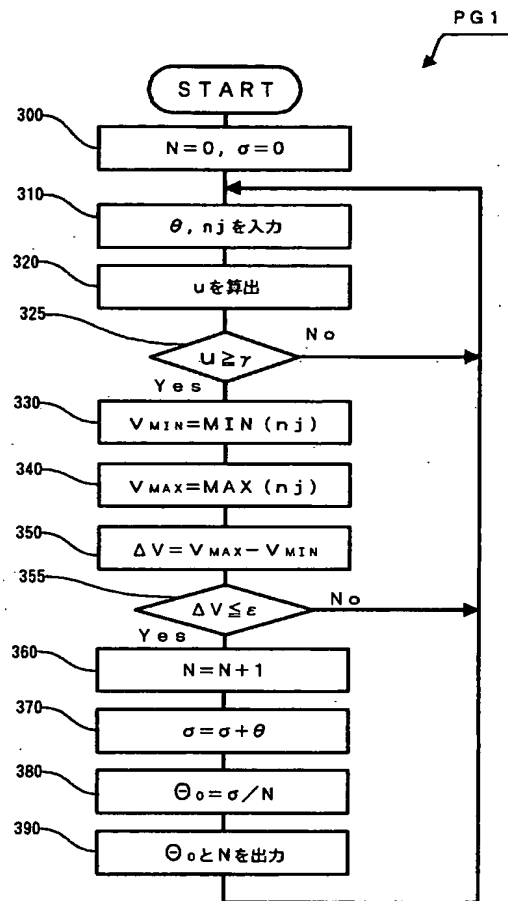
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷B 6 2 D 113:00
119:00

識別記号

F I

B 6 2 D 113:00
119:00

ターミナル (参考)

F ターム (参考) 2F069 AA87 BB21 GG04 GG06 GG07
GG20 GG58 HH15 HH30 NN01
NN09
3D032 CC30 DA03 DA15 DA24 DA64
DB11 DC33 DC34 DD02 DE02
DE20 EA01 EB08 EB11 EC23
EC30 GG01
3D033 CA13 CA16 CA18 CA20 CA21
CA29 DB05